

**PENGARUH PENGGUNAAN VENTILASI (AC DAN NON-AC)
TERHADAP KEBERADAAN MIKROORGANISME UDARA
DI RUANG PERPUSTAKAAN**

**(Studi Kasus: Perpustakaan Teknik Lingkungan dan Perpustakaan Biologi
Fakultas MIPA Universitas Diponegoro Semarang)**

Ismadiar Rachmatantri*), Mochtar Hadiwidodo **), Haryono Setiyo Huboyo **)

ABSTRACT

Libraries are one of the rooms that potentially subjected to air pollution indoors, because there are many library book stacks – which is there are books that are rarely used and cleaned. There is also a library which has ventilation and lighting sources are inadequate. Therefore, this research aims to analyzing the effect of ventilation use (AC and Non-AC) to the existence of the microorganism in the air of the library and analyzing the influence of temperature, humidity and light intensity to the existence of air microorganisms. From the results obtained that the air biological quality in Environmental Engineering library of Diponegoro Diponegoro University (mechanic ventilation system) is better than the air biological quality in Biology library of University (natural ventilation system). Similarly, in the presence of people in the room, the room that contains the more visitors have a high amount of microbial colonies than if the room is empty (no visitors). This proves that the ventilation system and the existence of the human effect on the presence of colonies of microbes by air.

Key words: Indoor Air Pollution, library, Ventilation (mechanic ventilation system and natural ventilation system), Microbial Colony air, Visitors and No Visitors.

PENDAHULUAN

Udara, sebagai salah satu komponen lingkungan merupakan kebutuhan yang paling utama untuk mempertahankan kehidupan. Metabolisme dalam tubuh makhluk hidup tidak mungkin dapat berlangsung tanpa oksigen yang berasal dari udara. Selain oksigen terdapat zat-zat lain yang terkandung di udara, yaitu karbon monoksida, karbon dioksida, formaldehid, jamur, virus, dan sebagainya. Zat-zat tersebut jika masih berada dalam batas-batas tertentu masih dapat dinetralisasi, tetapi jika sudah melampaui ambang batas maka proses netralisasi akan terganggu. Peningkatan konsentrasi zat-zat di dalam udara tersebut dapat disebabkan oleh aktivitas manusia. Udara dapat dikelompokkan menjadi, udara luar ruangan (*outdoor air*) dan udara dalam ruangan (*indoor air*)

Polusi udara tak hanya bersumber dari luar ruangan tapi juga dalam ruangan. Perpustakaan adalah salah satu ruangan yang berpotensi mengalami polusi udara dalam

ruangan, karena dalam ruang perpustakaan terdapat banyak tumpukan buku – buku, yang diantaranya terdapat buku – buku lama yang jarang digunakan dan dibersihkan. Perpustakaan juga ada yang mempunyai ventilasi dan sumber penerangan yang kurang memadai. Kadar kualitas udara yang tak memenuhi standar akan menimbulkan gejala seperti bersin, batuk, iritasi kulit, sesak nafas, iritasi mata, sakit kepala dan sebagainya pada pengguna perpustakaan.

Sumber polusi udara dalam ruangan berhubungan dengan bangunan itu sendiri, perlengkapan dalam bangunan kondisi bangunan, suhu, kelembaban, pertukaran udara, dan hal-hal yang berhubungan dengan perilaku orang-orang yang berada di dalam ruangan. Selain itu sumber polusi udara dalam ruang selain dapat berasal dari bahan-bahan sintetis dan beberapa bahan alamiah yang digunakan untuk karpet, busa, pelapis dinding, dan perabotan rumah tangga (asbestos, formaldehid, VOC), juga dapat

*) Mahasiswa

**) Dosen Pembimbing

berasal dari produk konsumsi (pengkilap perabot, perekat, kosmetik, pestisida/insektisida). (Laila,2008).

Ventilasi di dalam ruangan akan mempermudah pergerakan udara, dari luar ruang akan masuk ke dalam ruangan, sehingga terjadi pergantian udara. Dengan adanya pergerakan udara diharapkan dapat memperbaiki kualitas udara, sehingga dapat meningkatkan kenyamanan dan kesehatan pengguna ruangan tersebut. Ventilasi bangunan dapat berupa ventilasi alami (tidak melibatkan mesin), ventilasi buatan (melibatkan mesin pengondisi udara yg akan menurunkan suhu dan kelembaban udara, AC) dan ventilasi semi-buatan (ventilasi alami yang di bantu kipas angin untuk menggerakkan udara tetapi tidak melibatkan alat penurun suhu). (saswiko, 2009)

Mikroorganisme di udara merupakan unsur pencemaran yang sangat berarti sebagai penyebab gejala berbagai penyakit antara lain iritasi mata, kulit, saluran pernapasan (ISPA) dan lain-lain. Mikroorganisme dapat berada di udara melalui berbagai cara terutama dari debu

METODOLOGI PENELITIAN

Tahap Persiapan

Dalam tahap persiapan dilakukan identifikasi masalah yang ada di dalam ruang perpustakaan Teknik Lingkungan dan Perpustakaan Biologi UNDIP. Masalah yang ada yaitu tingginya bahan-bahan pencemar yang ada dalam ruangan. Setelah masalah teridentifikasi dilakukan survey pendahuluan, studi literatur mengenai identifikasi sumber pencemaran, penyusunan dan pengajuan proposal.

Tahap Pelaksanaan

Tahap pelaksanaan merupakan tahapan dimana dilaksanakan pengambilan data dan pengumpulan data yang meliputi data primer dan sekunder. Pada tahap pengambilan data, dilakukan pengambilan sampel di titik yang telah ditentukan. Berikut ini prosedur pengambilan sampel:

1. Pengambilan sampel udara :

Menggunakan metoda pengambilan non kultur (non-culturable/ non-visible air

yang berterbangan. Jumlah koloni mikroorganisme di udara tergantung pada aktifitas dalam ruangan serta banyaknya debu dan kotoran lain. Ruangan yang kotor akan berisi udara yang banyak mengandung mikroorganisme dari pada ruangan yang bersih. (Moerdjoko, 2004).

Pemerintah Indonesia telah mengatur persyaratan kualitas udara dalam ruang perkantoran dengan mengeluarkan peraturan Keputusan Menteri Kesehatan RI No.1405/MENKES/SK/XI/2002 dalam keputusan tersebut dinyatakan bahwa Angka kuman kurang dari 770 koloni/m³ udara, dan bebas kuman patogen.

Tujuan penelitian ini adalah mengetahui keberadaan mikroorganisme udara di dalam ruang perpustakaan pada Perpustakaan Teknik Lingkungan dan Perpustakaan Biologi MIPA Universitas Diponegoro dan menganalisis pengaruh ventilasi alami dan buatan terhadap keberadaan mikroorganisme udara di dalam ruang perpustakaan pada Perpustakaan Teknik Lingkungan dan Perpustakaan Biologi MIPA Universitas Diponegoro.

sample). Cara pengambilan sampel dilakukan dengan prosedur sebagai berikut:

- a. Siapkan media yang akan digunakan (cawan yang berisi media PDA dan BAP)
- b. Masing-masing cawan diletakan secara terpisah pada beberapa tempat di dalam ruangan tersebut dalam keadaan tutup cawan terbuka, dan dibiarkan selama 30 menit.
- c. Ukur suhu, kelembaban, intensitas cahaya, dan kecepatan angin di samping cawan.
- d. Setelah pengukuran selesai, segera bawa ke laboratorium dan diinkubasikan pada suhu 30°C selama 2-3 hari (Inkubasi dilakukan pada posisi cawan terbalik)
- e. Koloni yang tumbuh pada masing-masing cawan dihitung
- f. Koloni yang ada pada media BAP setelah dihitung diidentifikasi lebih lanjut terhadap keberadaan bakteri *Staphylococcus* dan *Streptococcus*.

*) Mahasiswa

**) Dosen Pembimbing

Metode Pengumpulan Data

Tahap pengumpulan data meliputi pengumpulan data primer dan data sekunder. Data yang diperlukan adalah data penunjang dan data pendukung untuk analisis kualitas udara dalam ruangan. Data primer didapatkan dari pengamatan perpustakaan secara langsung untuk penentuan titik sampling. Pengumpulan data sekunder didapatkan dari dinas/instansi yang terkait antara lain Jurusan Teknik Lingkungan, dan Jurusan Biologi Universitas Diponegoro.

Metode Analisis Data

Analisis data dilakukan setelah data terkumpul dari hasil pengumpulan data. Secara garis besar, pekerjaan pengolahan data meliputi persiapan, tabulasi, dan penerapan data sesuai dengan tujuan penelitian (Arikunto, 2006; hal 235).

Tahap Pengolahan data ini sendiri terdiri dari 2 tahap yaitu :

1. Persiapan

Persiapan yang dimaksud disini berupa kegiatan memilih/menyortir data yang diperlukan untuk penelitian. Tahap ini ditujukan untuk memudahkan dalam melakukan analisis.

2. Tabulasi

Klasifikasi data seperti yang dikemukakan G.E.R Burroughas dalam Arikunto, 2006; hal 236 adalah sebagai berikut:

1. Tabulasi data (*the tabulation of the data*)
2. Penyimpulan data (*the summarizing of the data*)
3. Analisis data untuk tujuan testing hipotesis
4. Analisis data untuk tujuan penarikan kesimpulan

Data dari tabulasi ini kemudian akan dianalisis sesuai tujuan penelitian dan hasilnya digunakan untuk menentukan analisis kualitas udara dalam ruang perpustakaan.

Perhitungan kontaminasi udara diperlukan perhitungan data agar bisa dibandingkan dengan Lampiran 1 Keputusan Menteri Kesehatan No. 1405 Tahun 2008. Adapun perhitungan data tersebut adalah:

$$\frac{KK}{m^3} = \left(\frac{\text{koloni kuman pada agar strip}}{40 \text{ lt} \times \text{waktu(menit)}} \right) \times 1000 \text{ liter}$$

Karena rumus diatas dipergunakan untuk metode aktif, maka digunakan metode pendekatan untuk metode pasif menjadi:

$$\frac{KK}{m^3} = \frac{\text{koloni kuman dalam ruangan}}{\text{udara yang ada dalam ruangan}} \quad (\text{kepmenkes 1335/2002})$$

Setelah hasil pengukuran kualitas biologi keluar, dilakukan Analisis hubungan antar variabel diolah menggunakan statistika.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Identifikasi Sumber Pencemar

Pencemaran yang terjadi ruang perpustakaan berasal dari aktivitas manusia di dalam perpustakaan, konstruksi bangunan, dan sanitasi ruangan. Berikut identifikasi sumber pencemar pada daerah penelitian :

Tabel 1. Identifikasi Sumber Pencemar

No.	Variabel	Perpustakaan Teknik Lingkungan	Perpustakaan Biologi
1	Luas Ruangan	63.72 m ²	40.5 m ²
2	Jumlah mahasiswa yang dilayani	± 5-25orang/hari	± 3-20orang/hari
3	Jumlah petugas	2	1
4	Jenis ventilasi	Buatan (1 buah AC)	Alami (Jendela)
5	Sumber cahaya	lampu	lampu
6	Konstruksi bangunan		
	a. lantai	keramik	keramik
	b.dinding	tembok & triplek	tembok & triplek
	c.langit-langit	triplek	triplek
7	Koleksi buku		
	a.penyimpanan	rak buku terbuka, dan rak buku tertutup kaca	rak buku terbuka, dan rak buku
	b.jumlah	± 2700 (1200 textbook, 700TA, 800KP)	± 1800 (1000 textbook, 800 TA)
8	Sanitasi ruangan		
	a.lantai	di bersihkan setiap hari	seminggu 3x
	b.meja dan kursi	di bersihkan setiap hari	seminggu 3x
	c.rak buku	seminggu 1x	2 bulan sekali
	d.jendela	seminggu 1x	3 bulan sekali
	e.AC	bila terjadi kerusakan	-

Analisis Kualitas Biologi Udara

Sesuai dengan lampiran KepMenKes No 1405 tahun 2002 tentang persyaratan dan tata cara penyelenggaraan kesehatan lingkungan kerja perkantoran, pemimpinsatuan kerja / unit perkantoran (dalam hal ini ketua jurusan) bertanggung jawab terhadap penyelenggaraan penyehatan lingkungan kerja perkantoran, hal-hal yang perlu diperhatikan antara lain air bersih, udara ruangan, limbah, dan pencahayaan di ruangan. Penyehatan udara ruang adalah

*) Mahasiswa

**) Dosen Pembimbing

upaya yang dilakukan agar suhu dan kelembaban, pertukaran udara, bahan pencemar dan mikroba di ruang kerja memenuhi persyaratan kesehatan.

Penentuan adanya pencemaran kualitas udara dalam ruangan dapat dibandingkan dengan lampiran KepMenKes No 1405 tahun 2002. Ruang perpustakaan belum diklasifikasikan secara spesifik, sehingga untuk analisis dan perbandingan baku mutunya berdasarkan lampiran KepMenKes No 1405 tahun 2002. Hasil lengkap perbandingan hasil uji dan baku mutu dapat dilihat pada lampiran laporan ini.

1. Perpustakaan Teknik Lingkungan

Tabel 2. Hasil pengukuran kualitas udara dalam ruang perpustakaan teknik lingkungan dibandingkan dengan baku

Parameter	Satuan	Baku Mutu (Kepmenkes 1405/2002)	Ada Pengunjung			Tidak Pengunjung (Kosong)		
			P1	P2	P3	P1	P2	P3
suhu	°C	18-28	25	26	26	25	25	25
kelembaban	%	40-60	60	61	64	71	66	65
intensitas cahaya	lux	100	128	130	139	150	230	214
ventilasi	%	15% lantai	11	11	11	11	11	11
mikroba	koloni/m ³	700	523	451	328	173	234	156
	Staphylococcus & Streptococcus	bebas kuman patogen	ada	ada	ada	ada	ada	ada

Hasil perbandingan antara hasil uji kandungan mikroba dengan baku mutu udara menunjukkan bahwa Ruang Perpustakaan Teknik Lingkungan tidak memenuhi baku mutu penyehatan udara dalam parameter kelembaban, intensitas cahaya, ventilasi dan mikroba. Hal ini diakibatkan karena adanya zat-zat pencemar yang ada di dalam maupun di luar ruangan. Zat pencemar dalam ruangan bisa berasal dari pengunjung dan zat pencemar luar ruangan berasal dari aktifitas laboratorium yang berlangsung di sebelah perpustakaan.

2. Perpustakaan Biologi

Tabel 3. Hasil pengukuran kualitas udara dalam ruang perpustakaan biologi dibandingkan dengan baku

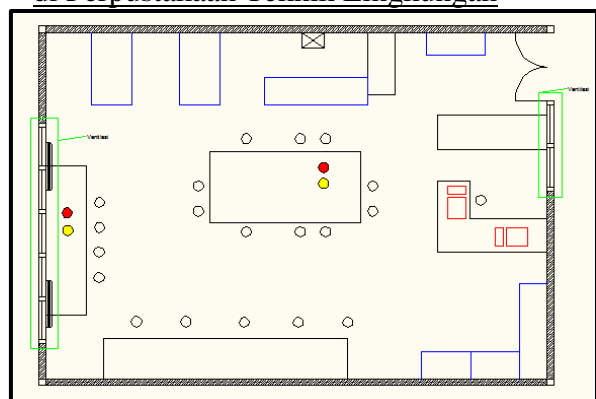
Parameter	Satuan	Baku Mutu (Kepmenkes 1405/2002)	Ada Pengunjung			Tidak Pengunjung (Kosong)		
			P1	P2	P3	P1	P2	P3
suhu	°C	18-28	29	28	29	27	27	28
kelembaban	%	40-60	59	64	66	73	68	69
intensitas cahaya	lux	100	39	44	45	54	45	50
ventilasi	%	15% lantai	23	23	23	23	23	23
mikroba	koloni/m ³	700	741	516	304	101	113	79
	Staphylococcus & Streptococcus	bebas kuman patogen	ada	ada	ada	ada	ada	ada

Hasil perbandingan antara hasil uji dengan baku mutu menunjukkan bahwa Perpustakaan Biologi tidak memenuhi baku mutu penyehatan ruang dalam ruangan untuk parameter suhu, kelembaban, intensitas cahaya dan mikroba. Adanya pencemar yang ada di ruang perpustakaan biologi dikarenakan karena buruknya sistem ventilasi yang ada, serta sanitasi ruangan yang kurang memadai.

Secara umum, perpustakaan teknik lingkungan dan perpustakaan biologi mengalami pencemaran udara dalam ruangan. Ini menunjukkan bahwa masih adanya zat-zat pencemar serta buruknya sistem ventilasi yang ada pada ruang perpustakaan.

Analisis Keberadaan Mikrobiologi Udara Dalam Ruang Perpustakaan Teknik Lingkungan dan Perpustakaan Biologi

1. Analisis Keberadaan Mikrobiologi Udara di Perpustakaan Teknik Lingkungan



Gambar 1. Denah Ruang Perpustakaan Teknik Lingkungan

*) Mahasiswa

**) Dosen Pembimbing

Dalam penelitian ini, menggunakan 2 titik sample untuk masing-masing media. Ini dikarenakan ruang perpustakaan teknik lingkungan merupakan ruangan yang relatif kecil. Perpustakaan Teknik Lingkungan sudah menggunakan sistem ventilasi berupa 1 buah AC 2PK. Berikut ini adalah perhitungan jumlah PK AC yang diburuhkan untuk mendinginkan ruang perpustakaan teknik lingkungan:

$$\text{kebutuhan BTU} = \frac{29,5 \times 24 \times 10 \times 10 \times 17}{60} = 20.060 \text{ BTU/h}$$

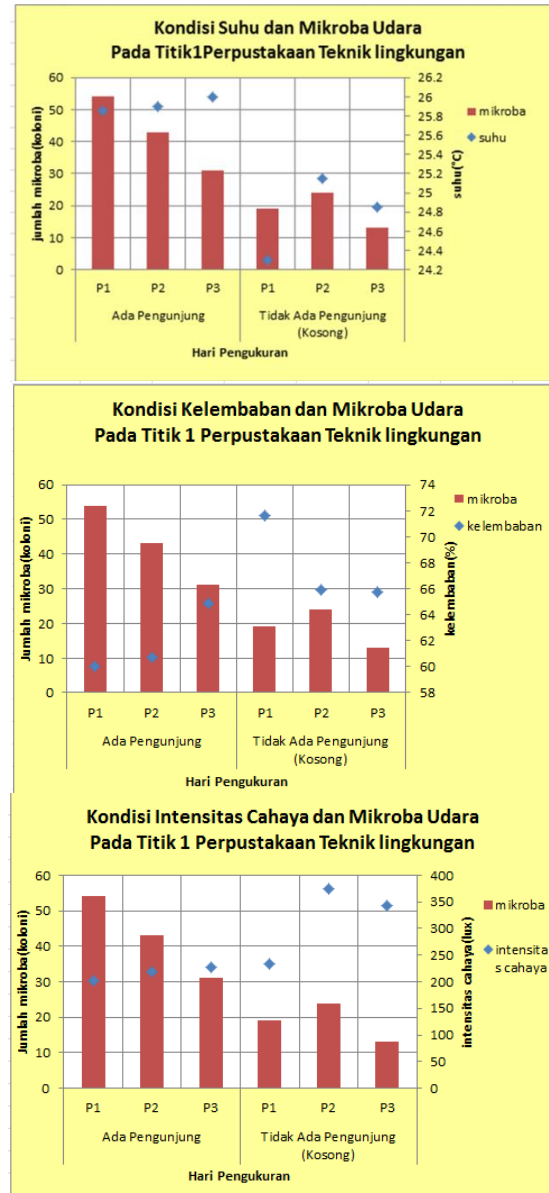
$$1 \text{ AC}(2\text{PK}) = \pm 18.000 \text{ BTU/h}$$

Berarti AC di perpustakaan Teknik Lingkungan sudah memenuhi kriteria untuk mendinginkan ruangan bila dilihat dari perhitungan kebutuhan PK berdasarkan luas ruangan.

Ruang ini memiliki luas ventilasi 6,94m² atau setara dengan 11,06% dari luas lantai, luas ventilasi ini tidak memenuhi peraturan dari kepmenkes 1405/2005 yaitu luas ventilasi minimal 15% dari luas lantai, tetapi sistem ventilasi memang di desain tertutup karena ruangan di desain untuk menggunakan AC. Dengan luas ruangan 63.72m² dan tinggi 3m maka cukup menggunakan 2 titik sampling yaitu di dekat ventilasi dan di tengah ruangan. Penempatan titik sampling di dekat ventilasi(di pojok dekat jendela, bawah AC) bertujuan mengetahui pengaruh ventilasi, sedangkan penempatan di tengah ruangan adalah untuk mengetahui pengaruh pengunjung/ aktifitas pengunjung terhadap keberadaan mikroba udara.

Pengukuran dilakukan dengan kondisi ada pengunjung dan tidak ada pengunjung. Masing-masing kondisi dilakukan 3x pengulangan. Pengukuran hari ke-1,2,3 merupakan hari pengukuran ruangan yang berisi para pengunjung perpustakaan, sedangkan pengukuran hari ke-4,5,6 merupakan hari pengukuran dengan ruang perpustakaan yang berondisikan kosong/tidak ada pengunjung. Gambar grafik 2 merupakan kondisi pada titik 1 sedangkan gambar grafik 3 merupakan kondisi pada titik 2.

a. Titik 1



Gambar 2. Grafik pengukuran titik 1 perpustakaan teknik lingkungan

- Pengukuran hari 1 sampai 3 (pengukuran dengan adanya pengunjung di dalam ruang perpustakaan)

Dilihat dari grafik diatas , hasil pengukuran kualitas udara dalam ruang pada pengukuran hari 1-3 mempunyai tingkat kelembaban berkisar 60%, suhu berkisar 25-26°C, dan intensitas cahaya berkisar 200an lux sedangkan untuk jumlah koloni bakteri sebesar 28-46 koloni dan koloni jamur sebesar 3-8 koloni.

Di titik ini kelembaban melebihi baku mutu yang berlaku yaitu 40-60%(kepmenkes 1405/2002), akan tetapi kelembaban masih berada dalam

*) Mahasiswa

**) Dosen Pembimbing

kenyamanan ruang disiang hari yaitu pada kisaran kelembaban 50-70% dengan suhu 22-28%.

Keberadaan koloni bakteri dan jamur termasuk tinggi bila di bandingkan dengan ruangan pada saat kosong/tidak ada pengunjung. Manusia sebagai salah satu faktor penyebab tingginya angka koloni bakteri dan jamur. Aktifitas para pengunjung menyebabkan debu-debu bertebaran dan pengunjung bisa menjadi pembawa mikroba. Pada pengukuran hari 1-3 ini terdapat bakteri jenis *staphylococcus epidermis*, *staphylococcus saprophyticus*, *staphylococcus aureus*, dan *alfastreptococcus*. Bakteri jenis *staphylococcus* dan *staphylococcus* merupakan bakteri patogen yang dapat mengganggu kesehatan para pengunjung dan pegawai perpustakaan. Bakteri ini di duga berasal dari para pengunjung. Adanya bakteri ini juga didukung dengan suhu ruangan. Bakteri paling cepat tumbuh pada suhu 37°C tetapi paling baik pada suhu kamar(20-25°C). keberadaan bakteri patogen ini tidak di perbolehkan dalam peraturan kepmenkes 1405/2002.

- Pengukuran hari 4 sampai 6 (pengukuran dengan ruangan kosong/ tidak adanya pengunjung di dalam ruang perpustakaan)

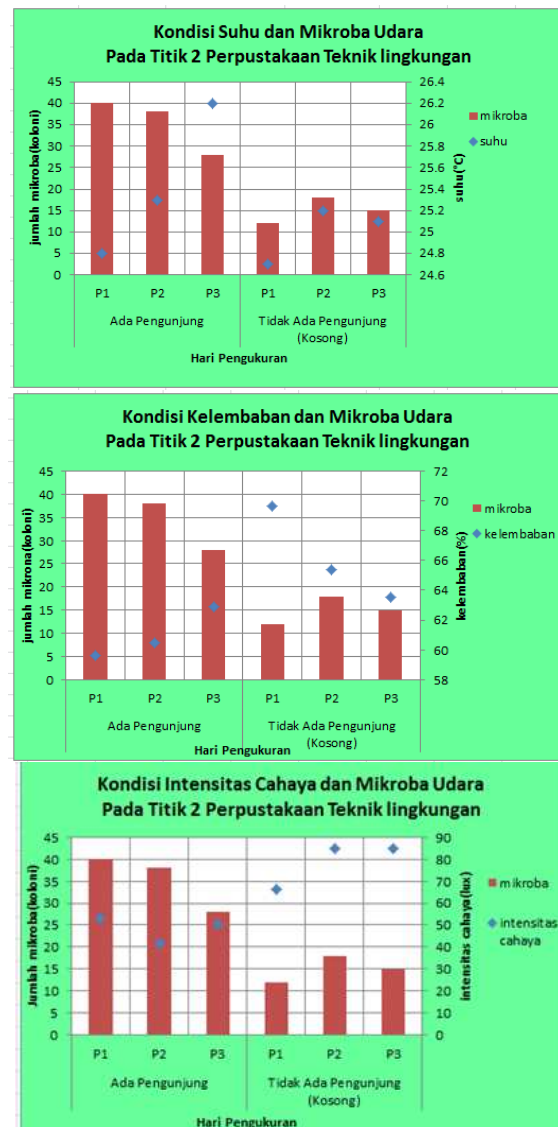
Dilihat dari grafik diatas , hasil pengukuran kualitas udara dalam ruang pada hari 4-6 mempunyai tingkat kelembaban berkisar 60-70%, suhu berkisar 24-25°C, dan intensitas cahaya berkisar 200-300an lux, sedangkan untuk jumlah koloni bakteri sebesar 8-11 koloni dan koloni jamur sebesar 5-14 koloni.

Di titik ini kelembaban melebihi baku mutu yang berlaku yaitu 40-60%(kepmenkes 1405/2002), akan tetapi kelembaban masih berada dalam kenyamanan ruang disiang hari yaitu pada kisaran kelembaban 50-70% dengan suhu 22-28%.

Keberadaan koloni bakteri dan jamur termasuk rendah bila di bandingkan dengan ruangan pada saat ada pengunjung.. Pada pengukuran hari 4-6 ini terdapat bakteri jenis *staphylococcus epidermis*, *staphylococcus*

saprophyticus, *alfa streptococcus*, dan *beta streptococcus* .Bakteri jenis *staphylococcus* dan *staphylococcus* merupakan bakteri patogen yang dapat mengganggu kesehatan pegawai perpustakaan. Karena tidak ada pengunjung(ruang kosong), bakteri diduga berasal dari luar ruangan. Letak perpustakaan yang berada di samping laboratorium memungkinkan bakteri dari laboratorium pindah ke perpustakaan. Adanya bakteri ini juga didukung dengan suhu ruangan, bakteri paling cepat tumbuh pada suhu 37°C tetapi paling baik pada suhu kamar(20-25°C). keberadaan bakteri patogen ini tidak di perbolehkan dalam peraturan kepmenkes 1405/2002.

b. Titik 2



Gambar 3. Grafik pengukuran titik 2 perpustakaan teknik lingkungan

*) Mahasiswa

**) Dosen Pembimbing

- Pengukuran hari 1 sampai 3 (pengukuran dengan adanya pengunjung di dalam ruang perpustakaan)

Dilihat dari grafik diatas , hasil pengukuran kualitas udara dalam ruang pada pengukuran hari 1-3 mempunyai tingkat kelembaban berkisar 60%, suhu berkisar 25-26°C dan intensitas cahaya berkisar 40-50an lux sedangkan untuk jumlah koloni bakteri sebesar 25-34 koloni dan koloni jamur sebesar 2-6 koloni.

Di titik ini kelembaban melebihi baku mutu yang berlaku yaitu 40-60%(kepmenkes 1405/2002), akan tetapi kelembaban masih berada dalam kenyamanan ruang disiang hari yaitu pada kisaran kelembaban 50-70% dengan suhu 22-28%.

Keberadaan koloni bakteri dan jamur termasuk tinggi bila di dibandingkan dengan ruangan pada saat kosong/tidak ada pengunjung. Manusia sebagai salah satu faktor penyebab tingginya angka koloni bakteri dan jamur. Aktifitas para pengunjung menyebabkan debu-debu bertebaran dan pengunjung bisa menjadi pembawa mikroba. Pada pengukuran hari 1-3 ini terdapat bakteri jenis *staphylococcus epidermis* dan *staphylococcus saprophyticus*. Bakteri jenis *staphylococcus* merupakan bakteri patogen yang dapat mengganggu kesehatan para pengunjung dan pegawai perpustakaan. Bakteri ini di duga berasal dari para pengunjung. Adanya bakteri ini juga didukung dengan suhu ruangan. Bakteri paling cepat tumbuh pada suhu 37°C tetapi paling baik pada suhu kamar(20-25°C). keberadaan bakteri patogen ini tidak di perbolehkan dalam peraturan kepmenkes 1405/2002.

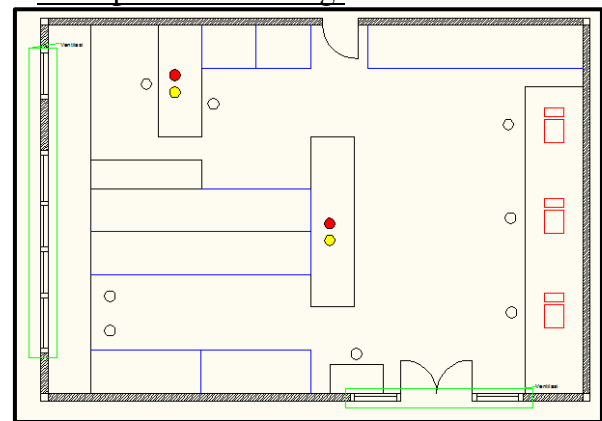
- Pengukuran hari 4-6 (pengukuran dengan ruangan kosong/ tidak adanya pengunjung di dalam ruang perpustakaan)

Dilihat dari grafik diatas , hasil pengukuran kualitas udara dalam ruang pada hari 4-6 mempunyai tingkat kelembaban berkisar 60-70%, suhu berkisar 24-25°C dan intensitas cahaya berkisar 65-85 lux, sedangkan untuk jumlah koloni bakteri 6-7 koloni dan koloni jamur sebesar 5-14 koloni.

Di titik ini kelembaban melebihi baku mutu yang berlaku yaitu 40-60%(kepmenkes 1405/2002), akan tetapi kelembaban masih berada dalam kenyamanan ruang disiang hari yaitu pada kisaran kelembaban 50-70% dengan suhu 22-28%.

Keberadaan koloni bakteri dan jamur termasuk rendah bila di dibandingkan dengan ruangan pada saat ada pengunjung.. Pada pengukuran hari 4-6 ini terdapat bakteri jenis *staphylococcus epidermis*, *staphylococcus saprophyticus*, *alfa streptococcus*, dan *beta streptococcus*. Bakteri jenis *staphylococcus* dan *staphylococcus* merupakan bakteri patogen yang dapat mengganggu kesehatan pegawai perpustakaan. Karena tidak ada pengunjung(ruang kosong), bakteri diduga berasal dari luar ruangan. Letak perpustakaan yang berada di samping laboratorium memungkinkan bakteri dari laboratorium pindah ke perpustakaan. Adanya bakteri ini juga didukung dengan suhu ruangan, bakteri paling cepat tumbuh pada suhu 37°C tetapi paling baik pada suhu kamar(20-25°C). keberadaan bakteri patogen ini tidak di perbolehkan dalam peraturan kepmenkes 1405/2002.

2. Analisis Keberadaan Mikrobiologi Udara di Perpustakaan Biologi



Gambar 4. Denah Ruang Perpustakaan Biologi

Dalam penelitian ini, menggunakan 2 titik sample untuk masing-masing media. Ini dikarenakan ruang perpustakaan teknik lingkungan merupakan ruangan yang relatif kecil. Perpustakaan biologi masih menggunakan sistem ventilasi alami tanpa menggunakan AC maupun kipas angin.

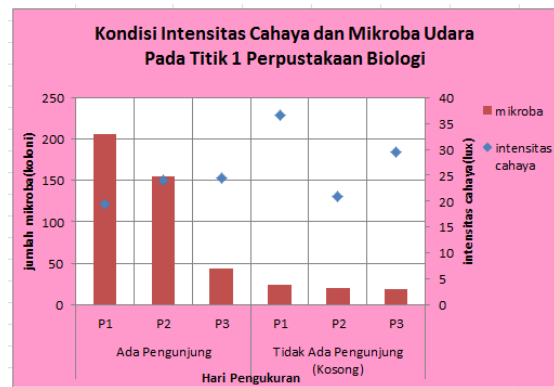
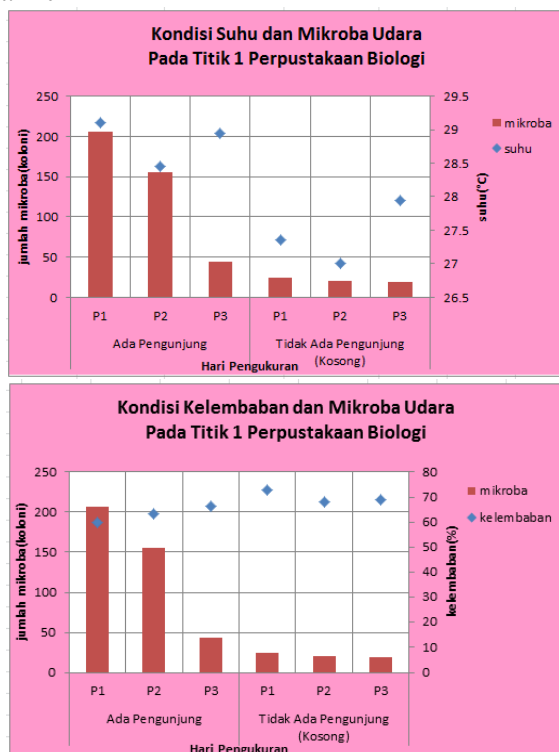
*) Mahasiswa

**) Dosen Pembimbing

Ruang ini memiliki luas ventilasi 9,23m² atau setara dengan 22,79% dari luas lantai, luas ventilasi ini sudah memenuhi peraturan dari kepmenkes 1405/2005 yaitu luas ventilasi minimal 15% dari luas lantai. Dengan luas ruangan 40,5m² dan tinggi 3m maka cukup menggunakan 2 titik sampling yaitu di dekat ventilasi dan di tengah ruangan. Penempatan titik sampling di dekat ventilasi(di pojok dekat jendela bertujuan mengetahui pengaruh ventilasi, sedangkan penempatan di tengah ruangan adalah untuk mengetahui pengaruh pengunjung/ aktifitas pengunjung terhadap keberadaan mikroba udara.

Pengukuran dilakukan dengan kondisi ada pengunjung dan tidak ada pengunjung. Masing-masing kondisi di lakukan 3x pengulangan. Pengukuran hari ke-1,2,3 merupakan hari pengukuran ruangan yang berisi para pengunjung perpustakaan, sedangkan pengukuran hari ke-4,5,6 merupakan hari pengukuran dengan ruang perpustakaan yang berondisikan kosong/tidak ada pengunjung. Gambar grafik 5 merupakan kondisi pada titik 1 sedangkan gambar grafik 6 Merupakan kondisi pada titik 2.

a. Titik 1



Gambar 5. Grafik pengukuran titik 1 perpustakaan biologi

- Pengukuran hari 1 sampai 3 (pengukuran dengan adanya pengunjung di dalam ruang perpustakaan)

Dilihat dari grafik diatas , hasil pengukuran kualitas udara dalam ruang pada pengukuran hari 1-3 mempunyai tingkat kelembaban berkisar 60%, suhu berkisar 28-29°C dan intensitas cahaya berkisar 20-an lux sedangkan untuk jumlah koloni bakteri sebesar 35-199 koloni dan koloni jamur sebesar 3-9 koloni.

Di titik ini kelembaban dan suhu melebihi baku mutu yang berlaku yaitu kelembaban 40-60% dan suhu 18-28°C (kepmenkes 1405/2002), akan tetapi kelembaban masih berada dalam kenyamanan ruang disiang hari yaitu pada kisaran kelembaban 50-70% dengan suhu 22-28%. Adanya pengunjung dalam ruangan juga mempengaruhi kenaikan suhu. Seharusnya bila ruangan memiliki suhu >28°C perlu menggunakan alat penata udara seperti AC, kipas angin dll.

Keberadaan koloni bakteri dan jamur termasuk sangat tinggi bila di dibandingkan dengan perpustakaan teknik lingkungan, dan bila dibandingkan pada kondisi ruangan pada saat kosong/tidak ada pengunjung. Manusia sebagai salah satu faktor penyebab tingginya angka koloni bakteri dan jamur. Aktifitas para pengunjung menyebabkan debu-debu berterbangan dan pengunjung bisa menjadi pembawa mikroba. Sanitasi ruangan juga berpengaruh terhadap banyak sedikitnya debu. Pada hari pertama dan kedua jumlah koloni mikroba sangat tinggi karena di ruangan terdapat banyak debu dan sampah. Sanitasi ruangan (penyapuan dan pengepelan)

*) Mahasiswa

**) Dosen Pembimbing

dilakukan petugas 2-3x seminggu. Pada pengukuran hari 1-3 ini terdapat bakteri jenis *staphylococcus epidermis*, *staphylococcus saprophyticus* dan *beta streptococcus*. Bakteri jenis *staphylococcus* dan *streptococcus* merupakan bakteri patogen yang dapat mengganggu kesehatan para pengunjung dan pegawai perpustakaan. Bakteri ini di duga berasal dari para pengunjung. Adanya bakteri ini juga didukung dengan suhu ruangan. Bakteri paling cepat tumbuh pada suhu 37°C tetapi paling baik pada suhu kamar (20-25°C). keberadaan bakteri patogen ini tidak di perbolehkan dalam peraturan kepmenkes 1405/2002.

- Pengukuran hari 4-6 (pengukuran dengan ruangan kosong/ tidak adanya pengunjung di dalam ruang perpustakaan)

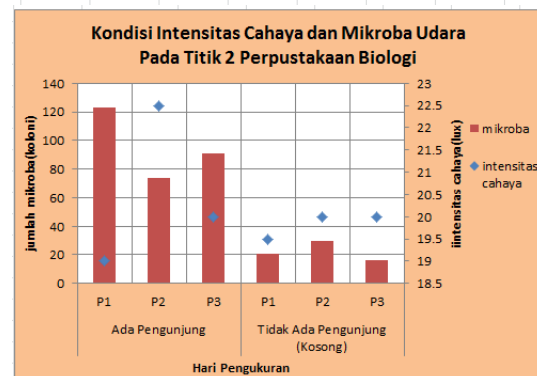
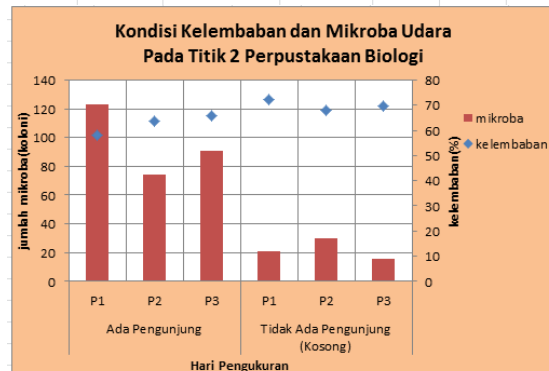
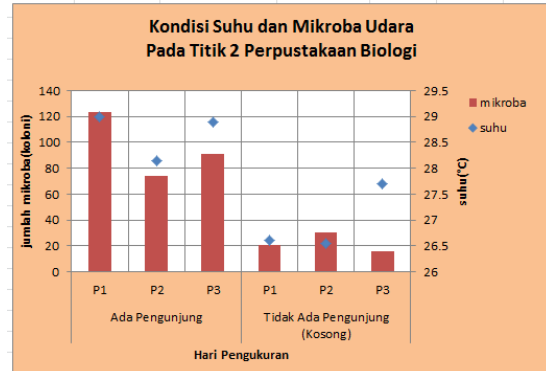
Dilihat dari grafik diatas , hasil pengukuran kualitas udara dalam ruang pada hari 4-6 mempunyai tingkat kelembaban berkisar 67-72%, suhu berkisar 27°C dan intensitas cahaya berkisar 20-30an lux sedangkan untuk jumlah koloni bakteri sebesar 7-15 koloni dan koloni jamur sebesar 9-14 koloni.

Di titik ini kelembaban melebihi baku mutu yang berlaku yaitu 40-60%(kepmenkes 1405/2002), akan tetapi kelembaban masih berada dalam kenyamanan ruang disiang hari yaitu pada kisaran kelembaban 50-70% dengan suhu 22-28%.

Keberadaan koloni bakteri dan jamur termasuk rendah bila di dibandingkan dengan ruangan pada saat ada pengunjung.. Pada pengukuran hari 4-6 ini terdapat bakteri jenis *staphylococcus epidermis*, dan *staphylococcus saprophyticus*. Bakteri jenis *staphylococcus* merupakan bakteri patogen yang dapat mengganggu kesehatan pegawai perpustakaan. Karena tidak ada pengunjung(ruang kosong), bakteri diduga berasal dari luar ruangan. Letak perpustakaan yang berada di kawasan laboratorium memungkinkan bakteri dari laboratorim pindah ke perpustakaan. Adanya bakteri ini juga didukung dengan suhu ruangan, bakteri

paling cepat tumbuh pada suhu 37°C tetapi paling baik pada suhu kamar(20-25°C). keberadaan bakteri patogen ini tidak di perbolehkan dalam peraturan kepmenkes 1405/2002.

b.Titik 2



Gambar 6. Grafik pengukuran titik 2 perpustakaan biologi

- Pengukuran hari 1 sampai 3 (pengukuran dengan adanya pengunjung di dalam ruang perpustakaan)

Dilihat dari grafik diatas , hasil pengukuran kualitas udara dalam ruang pada pengukuran hari 1-3 mempunyai tingkat kelembaban berkisar 58-65%, suhu berkisar 28-29°C dan intensitas cahaya berkisar 20-an lux sedangkan untuk jumlah koloni bakteri sebesar 80-107 koloni dan koloni jamur sebesar 3-9 koloni.

*) Mahasiswa

**) Dosen Pembimbing

Di titik ini kelembaban dan suhu melebihi baku mutu yang berlaku yaitu kelembaban 40-60% dan suhu 18-28°C (kepmenkes 1405/2002), akan tetapi kelembaban masih berada dalam kenyamanan ruang disiang hari yaitu pada kisaran kelembaban 50-70% dengan suhu 22-28%. Adanya pengunjung dalam ruangan juga mempengaruhi kenaikan suhu. Seharusnya bila ruangan memiliki suhu >28°C perlu menggunakan alat penata udara seperti AC, kipas angin dll.

Keberadaan koloni bakteri dan jamur termasuk sangat tinggi bila di bandingkan dengan perpustakaan teknik lingkungan, dan bila dibandingkan pada kondisi ruangan pada saat kosong/tidak ada pengunjung. Manusia sebagai salah satu faktor penyebab tingginya angka koloni bakteri dan jamur. Aktifitas para pengunjung menyebabkan debu-debu bertebaran dan pengunjung bisa menjadi pembawa mikroba. Sanitasi ruangan juga berpengaruh terhadap banyak sedikitnya debu. Pada hari pertama dan kedua jumlah koloni mikroba sangat tinggi karena di ruangan terdapat banyak debu dan sampah. Sanitasi ruangan (penyapuan dan pengepelan) dilakukan petugas 2-3x seminggu. Pada pengukuran hari 1-3 ini terdapat bakteri jenis *staphylococcus epidermis* dan *staphylococcus saprophyticus*. Bakteri jenis *staphylococcus* merupakan bakteri patogen yang dapat mengganggu kesehatan para pengunjung dan pegawai perpustakaan. Bakteri ini di duga berasal dari para pengunjung. Adanya bakteri ini juga didukung dengan suhu ruangan. Bakteri paling cepat tumbuh pada suhu 37°C tetapi paling baik pada suhu kamar (20-25°C). keberadaan bakteri patogen ini tidak di perbolehkan dalam peraturan kepmenkes 1405/2002.

- Pengukuran hari 4-6 (pengukuran dengan ruangan kosong/ tidak adanya pengunjung di dalam ruang perpustakaan)

Dilihat dari grafik diatas, hasil pengukuran kualitas udara dalam ruang pada hari 4-6 mempunyai tingkat kelembaban berkisar 68-72%, suhu berkisar 26-27°C dan

intensitas cahaya berkisar 20-30an lux, sedangkan untuk jumlah koloni bakteri sebesar 9-17 koloni dan koloni jamur sebesar 6-13 koloni.

Di titik ini kelembaban melebihi baku mutu yang berlaku yaitu 40-60% (kepmenkes 1405/2002), akan tetapi kelembaban masih berada dalam kenyamanan ruang disiang hari yaitu pada kisaran kelembaban 50-70% dengan suhu 22-28%.

Keberadaan koloni bakteri dan jamur termasuk rendah bila di bandingkan dengan ruangan pada saat ada pengunjung.. Pada pengukuran hari 4-6 ini terdapat bakteri jenis *staphylococcus epidermis*, dan *staphylococcus saprophyticus*. Bakteri jenis *staphylococcus* merupakan bakteri patogen yang dapat mengganggu kesehatan pegawai perpustakaan. Karena tidak ada pengunjung (ruang kosong), bakteri diduga berasal dari luar ruangan. Letak perpustakaan yang berada di kawasan laboratorium memungkinkan bakteri dari laboratorium pindah ke perpustakaan. Adanya bakteri ini juga didukung dengan suhu ruangan, bakteri paling cepat tumbuh pada suhu 37°C tetapi paling baik pada suhu kamar (20-25°C). keberadaan bakteri patogen ini tidak di perbolehkan dalam peraturan kepmenkes 1405/2002.

Analisis Hubungan Antar Variabel

Analisis hubungan antar variabel diolah menggunakan statistika. Pemilihan statistika untuk pengolahan data sangat tergantung kepada dua hal: terpenuhi tidaknya asumsi dan sifat analisis. Data diuji pendistribusian normalnya menggunakan uji normalitas data. Berdasarkan uji normalitas data, data suhu, kelembaban, intensitas cahaya tidak memenuhi asumsi/ tidak normal sehingga pengolahan data menggunakan statistika nonparametrik. Penggunaan statistika nonparametrik membawa konsekuensi bahwa hasil pengujian hipotesisnya tidak dapat digeneralisasikan. Kesimpulan hasil pengujian tidak berlaku umum dan hanya berlaku untuk sampel dari mana data diambil.

*) Mahasiswa

**) Dosen Pembimbing

Kemudian menurut sifat analisisnya, maka menggunakan statistika parametrik penelitian korelasi. Penelitian korelasi adalah penelitian yang melibatkan hubungan satu atau lebih variabel dengan satu atau lebih variabel lain dalam satu kelompok. Indeks korelasi yang diberi notasi r (singkatan dari *relation*) adalah indeks yang menunjukkan hubungan variabel bebas (suhu/kelembaban/intensitas cahaya) dengan variabel terikat (jumlah koloni mikroorganisme).

Penggunaan statistika nonparametrik dalam penelitian korelasi dapat dilakukan menggunakan salah satu cara, yaitu koefisien korelasi rank Spearman r_s . Koefisien korelasi ini digunakan untuk mengetahui hubungan dua variabel yang mempunyai skala ordinal. Hal itu disebabkan karena data akan diubah menjadi rank-ing agar dapat dihubungkan. Hasil dari perhitungan statistika nonparametrik dalam penelitian korelasi koefisien korelasi rank Spearman r_s dapat dilihat pada tabel 4

Tabel 4. Hasil perhitungan statistika nonparametrik dalam penelitian korelasi koefisien korelasi rank Spearman r_s

Parameter	r_s tabel	r_s hitung	Kesimpulan
Suhu	0.343	0.62	r_s hitung > r_s tabel Berhubungan signifikan
Kelembaban	0.343	-0.61	r_s hitung < r_s tabel Korelasi tidak signifikan
Intensitas cahaya	0.343	-0.42	r_s hitung < r_s tabel Korelasi tidak signifikan

Indeks r hasil perhitungan tersebut diinterpretasikan dengan mengkonfirmasi dengan r_{tabel} pada jumlah sampel (N) dan taraf kesalahan (α) tertentu. Bila r_{hitung} lebih besar dari r_{tabel} maka akan disimpulkan bahwa antara variabel bebas dan variabel terikat mempunyai hubungan yang signifikan. Sebaliknya, bila r_{hitung} lebih kecil daripada r_{tabel} maka hubungan variabel bebas dengan variabel terikat tidak signifikan dan terjadi secara kebetulan.

Menurut urutan besaran pengaruh terhadap jumlah koloni mikroba udara pada ruang perpustakaan Teknik Lingkungan dan ruang Perpustakaan Biologi adalah suhu, kelembaban dan intensitas cahaya.

Berikut ini adalah ulasan dari variabel-variabel yang ada:

a. Suhu

Hubungan dua variabel dinyatakan positif dengan tingkat hubungan(korelasi) signifikan, berarti semakin tinggi suhu, maka diikuti jumlah koloni mikroba akan cenderung banyak, dan makin rendah suhu, maka diikuti jumlah koloni mikroba akan cenderung sedikit.

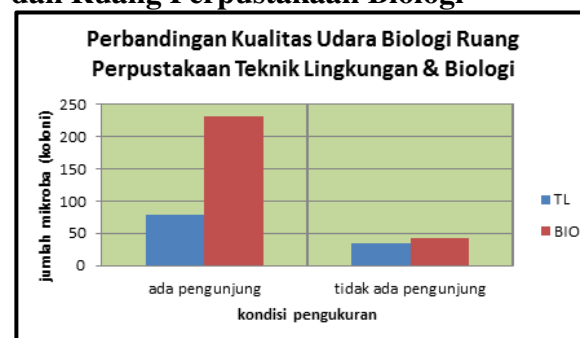
b. Kelembaban

Hubungan dua variabel dinyatakan negatif dengan tingkat hubungan(korelasi) tidak signifikan, berarti semakin tinggi kelembaban, maka diikuti jumlah koloni mikroba akan cenderung sedikit, dan makin rendah kelembaban, maka diikuti jumlah koloni mikroba akan cenderung banyak.

c. Intensitas Cahaya

Hubungan dua variabel dinyatakan negatif dengan tingkat hubungan(korelasi) tidak signifikan, berarti semakin tinggi intensitas cahaya, maka diikuti jumlah koloni mikroba akan cenderung sedikit, dan makin rendah intensitas cahaya, maka diikuti jumlah koloni mikroba akan cenderung banyak.

Perbandingan Kualitas Udara Biologi Ruang Perpustakaan Teknik Lingkungan dan Ruang Perpustakaan Biologi



Gambar 7. Grafik perbandingan kualitas udara biologi

Dari gambar grafik 7 Diatas dapat ditarik kesimpulan bahwa kualitas udara biologi di ruang perpustakaan teknik lingkungan universitas diponegoro lebih baik

*) Mahasiswa

**) Dosen Pembimbing

dibandingkan kualitas udara biologi di ruang perpustakaan biologi universitas diponegoro. Begitu pula dengan keberadaan manusia di dalam ruangan, ruang yang berisi pengunjung lebih memiliki jumlah koloni mikroorganisme yang tinggi dibandingkan jika ruangan dalam kondisi kosong(tidak ada pengunjung). Hal ini membuktikan bahwa terdapat hubungan yang bermakna (signifikan) secara statistik antara sistem ventilasi dan keberadaan manusia dalam ruangan berpengaruh dengan kemungkinan adanya koloni mikroorganisme udara.

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan dalam pengukuran kualitas udara dalam ruang perpustakaan teknik lingkungan dan perpustakaan biologi diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Terdapat mikroorganisme udara yang tidak sesuai dengan Keputusan Menteri Kesehatan no.1405 tahun 2002 di dalam ruang perpustakaan pada Perpustakaan Teknik Lingkungan dan Perpustakaan Biologi MIPA Universitas Diponegoro, karena mengandung koloni kuman patogen.
2. Kualitas udara biologi di ruang perpustakaan teknik lingkungan universitas diponegoro lebih baik dibandingkan kualitas udara biologi di ruang perpustakaan biologi universitas diponegoro. Begitu pula dengan keberadaan manusia di dalam ruangan, ruang yang berisi pengunjung lebih memiliki jumlah koloni mikroba yang tinggi dibandingkan jika ruangan dalam kondisi kosong(tidak ada pengunjung). Hal ini membuktikan bahwa sistem ventilasi dan keberadaan manusia dalam ruangan berpengaruh terhadap keberadaan koloni mikroba udara.

Selain itu , beberapa variabel perancu yang mempengaruhi keberadaan mikroorganisme udara menurut urutan besaran pengaruh terhadap jumlah koloni mikroba udara pada ruang perpustakaan Teknik Lingkungan dan ruang

Perpustakaan Biologi adalah suhu, kelembaban , intensitas cahaya.

DAFTAR PUSTAKA

- . 2002. Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 1405 Tahun 2002 tentang *Persyaratan Kesehatan Lingkungan Kerja Perkantoran dan Industri*. Jakarta.
- . 2001. SNI 03-6572-2001 tentang *Tata Cara Perancangan Sistem Ventilasi dan Pengkondisian Udara pada Bangunan Gedung*. Indonesia
- Amri, Safrul. 2009. *Evaluasi Metode Pemantauan Gas Amonia dengan Menggunakan Metode Aktif dan Pasif Sampling*. Bandung: ITB
- Arikunto, Suharsimi. 2006. *Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktik*. Rineka Cipta. Jakarta
- Betty S.I, Jenie, and Fardiaz Srikandi. 1989. *Uji Sanitasi Dalam Industri Pangan*, Alih bahasa oleh Sassy Santausa. Penerbit: Departemen Pendidikan dan Kebudayaan Direktorat Jendral Pendidikan Tinggi Pusat Antar Universitas Pangan dan Gizi Intitut Pertanian Bogor. Bogor.
- Frick, Heinz. Ardianto ,Antonius. Darmasetiawan ,AMS. 2008. *Ilmu Fisika Bangunan*. Penerbit: Kanisius. Yogyakarta.
- Haris, Aila. *Asap Rokok sebagai Bahan Pencemar dalam Ruangan*. Depok : Jurnal Fakultas Kedokteran Universitas Indonesia, 2012
- <http://analiskesehatan-indonesia.blogspot.com/2010/12/selektif-dan-diferensial-media-media.html>. Diakses pada juni 2014.
- <http://air-conditioner-ariffandisaputra.blogspot.com/>. *Pengetahuan Dasar tentang AC (Air*

*) Mahasiswa

**) Dosen Pembimbing

- Conditioner). Diakses pada Binarupa Aksara, hal.103-110. September 2014 Jakarta
- Jawetz, Melnick, and Adelberg's. 2005. *Mikrobiologi Kedokteran*, Alih bahasa oleh Mudihardi, E.Kuntaman, Wasito, E.B., Mertaniasih, N.M., Harsono, S., dan Alimsardjono, L., Penerbit : Salemba Medika. Jakarta
- Laila Fitria , dkk , 2008. *Kualitas Udara dalam Ruang Perpustakaan Universitas X ditinjau dari kualitas biologi , fisik dan kimiawi* , dalam Makara Kesehatan Vol. 12, No.2, Desember 2008, hlm.77-83
- Moerdjoko, 2004 . *Kaitan Sistem Ventilasi Bangunan dengan Keberadaan Mikroorganisme Udara* . Vol 32 No 1 hal 89-94
- National Institute of Occupational Safety and Health (NIOSH), 1997 . *Indoor Environmental Quality*. [http : //www.cdc.gov/niosh/topics/indoorenv](http://www.cdc.gov/niosh/topics/indoorenv) . Diakses tanggal 18 Agustus 2012.
- Oktora Bunga. *Hubungan Kualitas Fisik udara dengan sick building syndrome*. Skripsi. Depok : Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Indonesia , 2008.
- Purwanto. 2011. *Statistika Untuk Penelitian*. Penerbit: Pustaka Pelajar. Yogyakarta
- Satwiko, Prasasto. *Fisika Bangunan 1*. Yogyakarta : Andi , 2004.
- Srikandi Fardiaz, 1992 , *Polusi Air dan Udara* , Penerbit Kanisius , Yogyakarta
- Uma Sekaran. 2006. *Metode Penelitian Bisnis*. Jakarta : Salemba Empat
- Volks & Wheeler. 1989. *Mikrobiologi Dasar* 2. Edisi V. Jakarta : Penerbit Erlangga
- Warsa, U.C. 1994. *Buku Ajar Mikrobiologi Kedokteran*. Edisi Revisi. Penerbit
- WHO Region Office for Europe. *Burden of Disease from Indoor Air Pollution*. Denmark, 2012
- Wulandari, Evi. *Faktor yang Berhubungan dengan Keberadaan Streptococcus Udara pada Rumah Susun Kelurahan Bandarharjo Kota Semarang*. Skripsi. Semarang : Fakultas Ilmu Keolahragaan Jurusan Ilmu Kesehatan Masyarakat Universitas Negeri Semarang , 2013.

*) Mahasiswa

**) Dosen Pembimbing